

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. März 2006 (02.03.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/021288 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G02B 5/30, 5/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/008256

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2005 (29.07.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 040 534.4 20. August 2004 (20.08.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): CARL ZEISS SMS GMBH [DE/DE]; Carl-Zeiss-
Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SANDFUCHS, Oliver
[DE/DE]; Sophienstrasse 1, 07743 Jena (DE). STRÖSS-
NER, Ulrich [DE/DE]; Fritz-Reuter-Str. 50, 07745 Jena
(DE). BRUNNER, Robert [DE/DE]; Berghoffsweg
6d, 07743 Jena (DE). RUOFF, Johannes [DE/DE];
Albert-Schweitzer-Strasse 23, 73447 Oberkochen (DE).
GREIF-WÜSTENBECKER, Jörn [DE/DE]; Sophien-
strasse 1, 07743 Jena (DE).

(74) Anwälte: GRIMM, Christian usw.; Geyer, Fehners &
Partner, Perhamerstrasse 31, 80687 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

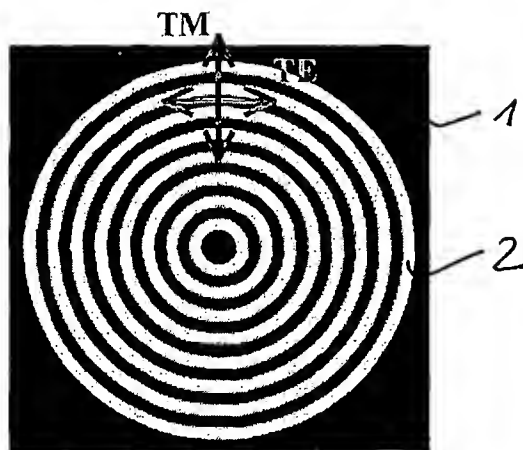
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIFFRACTIVE ELEMENT FOR THE POLARIZATION SEPARATION OF NONPOLARIZED ELECTROMAGNETIC RADIATION IN THE UV REGION, AND METHOD FOR PRODUCING A DIFFRACTIVE ELEMENT OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: DIFFRAKTIVES ELEMENT ZUR POLARISATIONSTRENNUNG VON UNPOLARISierter ELEKTROMAGNETISCHER STRAHLUNG IM UV-BEREICH UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SOLCHEN DIFFRAKTIVEN ELEMENTES



(57) Abstract: The invention relates to a diffractive element for the polarization separation of nonpolarized electromagnetic radiation in the UV region, comprising a support (1), which is transparent to the UV radiation and which has a multitude of interspaced non-linear grooves (2), the distance between two adjacent grooves being greater than the wavelength of the UV radiation. The diffractive element for the polarization separation diffracts the supplied nonpolarized radiation into a first predetermined diffraction order with a first of two polarization states, which are orthogonal to one another, and into a second predetermined diffraction order with the second of the two orthogonal polarization states. The groove depth (h) serves to determine whether the radiation of the first predetermined diffraction order has the first or second polarization state.

(57) Zusammenfassung: Es wird bereitgestellt ein diffraktives Element zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich, mit einem für die UV-Strahlung transparenten Träger (1), der eine Vielzahl von voneinander

beabstandeten, sich nicht geradlinig erstreckenden Furchen (2) aufweist, wobei der Abstand von zwei benachbarten Furchen größer als die Wellenlänge der UV-Strahlung ist, wobei das diffraktive Element zur Polarisationsstrennung die zugeführte unpolarisierte Strahlung in eine erste vorbestimmte Beugungsordnung mit einem ersten von zwei zueinander orthogonalen Polarisationszuständen und eine zweite vorbestimmte Beugungsordnung mit dem zweiten der beiden orthogonalen Polarisationszuständen beugt, und wobei über die Furchentiefe (h) eingestellt ist, ob die Strahlung der ersten vorbestimmten Beugungsordnung den ersten oder zweiten Polarisationszustand aufweist.

WO 2006/021288 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Diffraktives Element zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich und Verfahren zur Herstellung eines solchen diffraktiven Elementes

5

Die Erfindung betrifft ein diffraktives Element zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich.

10 Für Polarisationsstrennung von elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren Bereich und im Infrarotbereich sind Gitterstrukturen mit räumlich parallel angeordneten Stegen mit Gitterperioden im Subwellenlängenbereich bekannt. Bei diesen Gitterstrukturen werden üblicher Weise metallische Materialien eingesetzt. Dies führt zu dem Nachteil der Absorption von Energie der Strahlung, was bei hohen Intensitäten sogar zur Zerstörung des Elementes führen kann. Gerade für elektromagnetische Strahlung im UV-Bereich weisen Metalle eine extrem
15 hohe Absorption auf und sind daher nicht geeignet, ein diffraktives transmissives Element zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich zur Verfügung zu stellen.

Rotationssymmetrische Polarisationsverteilungen können diskontinuierlich mit der in der US
20 6,392,800 B2 beschriebenen Platte, die auf $\lambda/2$ -Segmenten basiert, erzeugt werden. Neben der letztendlich nur diskontinuierlichen Polarisationsverteilung benötigt diese Platte darüber hinaus auch noch vorpolarisierte Strahlung.

Ausgehend davon ist es Aufgabe der Erfindung, ein diffraktives Element zur
25 Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich zur Verfügung zu stellen, mit dem eine kontinuierliche Polarisationsverteilung im Strahlquerschnitt des vom diffraktiven Element abgegebenen Strahls erzeugt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch ein diffraktives Element zur
30 Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich, mit

einem aus einem für die UV-Strahlung transparenten Material gebildeten Träger, der eine Vielzahl von voneinander beabstandeten, sich nicht geradlinig erstreckenden Furchen aufweist, wobei der Abstand von zwei benachbarten Furchen größer ist als die Wellenlänge der UV-Strahlung, wobei das diffraktive Element zur Polarisationsstrennung die zugeführte unpolarisierte Strahlung in eine erste vorbestimmte Beugungsordnung mit einem ersten von zwei zueinander orthogonalen Polarisationszuständen und eine zweite vorbestimmte Beugungsordnung mit dem zweiten der beiden orthogonalen Polarisationszuständen beugt, und wobei über die Furchentiefe eingestellt ist, ob die Strahlung der ersten Beugungsordnung den ersten oder zweiten Polarisationszustand aufweist.

10

Mit diesem diffraktiven Element kann über die Furchentiefe der gewünschte Polarisationszustand für die erste vorbestimmte Beugungsordnung ausgewählt werden. Es ist somit möglich, mehrere solche diffraktive Elemente herzustellen, die sich nur in der Furchentiefe unterscheiden, wobei durch diesen Unterschied der Polarisationszustand für die erste vorbestimmte Beugungsordnung ausgewählt wird.

15

Insbesondere ist der Abstand von je zwei benachbarten Furchen größer als die Wellenlänge der UV-Strahlung.

20

Unter sich nicht geradlinig erstreckenden Furchen werden hier solche Furchen verstanden, die sich jeweils, in Draufsicht auf das diffraktive Element gesehen, entlang einer Bahnkurve erstrecken, die nicht vollständig auf einer Geraden liegt. Die Furchen können sich beispielsweise entlang polygonförmiger Streckenzüge erstrecken, die zwar abschnittsweise geradlinig sind, jedoch nicht über die gesamte Länge der Furchen. Insbesondere können die Furchen sich entlang gekrümmter Bahnkurven erstrecken. Die Furchen können beispielsweise entlang einer spiralförmigen Bahn verlaufen. In diesem Fall können die Furchen sogar derart zusammenhängend ausgebildet sein, daß sie eine einzige Spiralbahn ergeben, aber immer noch für die gewünschte diffraktive Wirkung sorgen.

25

30

Unter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich wird hier elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich von 1 nm – 400 nm, insbesondere mit einer Wellenlänge im Bereich von 1 nm – 350 nm verstanden.

35

Die sich nicht geradlinig erstreckende Furchen können durch mehrere, sich geradlinig erstreckende Teilabschnitte gebildet sein. Solche nicht geradlinige Furchen können interferenzlithographisch hergestellt werden, was größere strukturierte Flächen und somit die Herstellung größerer diffraktiver Elemente zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich ermöglicht.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen diffraktiven Elementes weisen die Furchen jeweils einen ringförmigen Verlauf auf und sind zueinander konzentrisch angeordnet. Unter einem ringförmigen Verlauf wird hier verstanden, daß in Draufsicht auf das diffraktive Element die Furchen jeweils eine in sich geschlossene Bahnkurve bilden. Durch die konzentrische Anordnung der Furchen überschneiden sich diese Bahnkurven nicht. Die Furchen sind somit quasi ineinander geschachtelt.

Der ringförmige Verlauf kann insbesondere so gewählt werden, daß die Furchen in Draufsicht jeweils als polygonförmige Ringe ausgebildet sind. Natürlich sind auch alle anderen Ringformen möglich. Insbesondere kann der ringförmige Verlauf nicht kreisringförmig sein.

Bei dem diffraktiven Element sind die Furchenbreiten und -abstände so gewählt, daß gemäß der berechneten Wirkung des Elementes mit zunehmender Furchentiefe (bei nicht veränderten Furchenbreiten und -abständen) der Polarisationszustand der ersten vorbestimmten Beugungsordnung vom ersten zum zweiten Polarisationszustand wechselt. Daher kann nur über die Furchentiefe der gewünschte Polarisationszustand für die erste vorbestimmte Beugungsordnung ausgewählt werden, wenn alle anderen Abmessungen und Materialparameter des diffraktiven Elementes unverändert bleiben.

Ferner wird mit diesem diffraktiven Element erreicht, daß die Ausrichtung des ausgewählten ersten oder zweiten Polarisationszustandes im Strahlquerschnitt der Strahlung der ersten vorbestimmten Beugungsordnung räumlich kontinuierlich variiert werden kann. Insbesondere wird mit dem diffraktiven Element erreicht, daß der erste Polarisationszustand jeweils lokal bezogen auf eine den Mittelpunkt des Strahlquerschnitts der Strahlung der ersten vorbestimmten Beugungsordnung umschließende ringförmige Kurve vorliegt, deren Form der Form der ringförmigen Furchen entspricht. Somit kann über die Auswahl der Ringform der Furchen die räumliche Verteilung der Ausrichtung des ausgewählten Polarisationszustandes festgelegt werden.

Als Material für den Träger werden insbesondere dielektrische Materialien verwendet, wie z.B. Quarz (SiO_2) oder Flußspat (CaF_2). Die Stege zwischen den Furchen können noch mit anderen Materialien, insbesondere Aluminiumoxid (Al_2O_3), Kryolith, Chiolith oder Zirkonium beschichtet sein oder aus diesen bestehen. Natürlich kann auch der Träger aus diesen Materialien gebildet sein.

Insbesondere werden Ringformen für die Furchen ausgewählt, die entweder punktsymmetrisch oder gleich rotationssymmetrisch sind. Besonders bevorzugt sind kreisringförmige Furchen, da

bei dieser Furchwahl der Strahl der ersten vorbestimmten Beugungsordnung radial oder azimuthal polarisiert sein kann.

Bevorzugt ist der Abstand von je zwei benachbarten Furchen und die Furchenbreite konstant.

- 5 Damit wird erreicht, daß das diffraktive Element keine abbildenden Eigenschaften aufweist, sondern nur die gewünschte Polarisationsstrennung durchführt.

Die erste vorbestimmte Beugungsordnung ist bevorzugt die nullte Beugungsordnung und die zweite vorbestimmte Beugungsordnung umfaßt zumindest eine nicht nullte Beugungsordnung.

- 10 Dadurch ist es beispielsweise durch eine geschickte Anordnung von Blenden möglich, die erste vorbestimmte Beugungsordnung durchzulassen und die zweite vorbestimmte Beugungsordnung abzuschirmen.

Das diffraktive Element kann insbesondere so weitergebildet werden, daß der Abstand von
15 zwei benachbarten Furchen kleiner ist als das Doppelte der Wellenlänge der UV-Strahlung.

Die Furchentiefe h wird insbesondere so gewählt, daß die folgende Ungleichung erfüllt ist; bei der die Wellenlänge der UV-Strahlung mit λ bezeichnet wird:

20 $2,5 \cdot \lambda \leq h \leq 7,0 \cdot \lambda$.

Die Furchentiefe ist bevorzugt über alle Furchen konstant und die Furchen weisen bevorzugt eine U-förmige Querschnittsform mit abgerundeten Ecken oder mit nicht-abgerundeten, spitzen Ecken auf. Das diffraktive Element ist bevorzugt so ausgelegt, daß das Verhältnis der Breite
25 des Steges zwischen zwei Furchen zum Abstand zweier benachbarter Furchen (also der Füllfaktor) zwischen 0,1 und 0,7, insbesondere zwischen 0,20 und 0,40 liegt.

Ferner kann beim diffraktiven Element den Furchen ein Phasenelement vor- oder nachgeordnet sein, das eine derartige ortsabhängige Phasenverschiebung im Strahl bewirkt, daß im
30 Strahlquerschnitt der ersten vorbestimmten Beugungsordnung die Lichtfelder zweier zum Mittelpunkt des Strahlquerschnitts punktsymmetrischer Punkte gegenphasig schwingen. Das Phasenelement kann einstückig mit dem Träger ausgebildet sein. Insbesondere kann das Phasenelement auf einer Seite des Trägers und die ringförmigen Furchen auf der anderen Seite des Trägers ausgebildet sein.

35

Das diffraktive Element kann ferner eine Blende aufweisen, die dem diffraktiven Element so nachgeordnet ist, daß von der vom diffraktiven Element transmittierten Strahlung der ersten und zweiten vorbestimmten Beugungsordnung nur die Strahlung der zweiten vorbestimmten

Beugungsordnung abgeschattet wird. Dadurch wird eine sehr einfache Trennung der Strahlung der nicht gewünschten Beugungsordnung von der Strahlung der gewünschten Beugungsordnung realisiert.

- 5 Insbesondere ist das diffraktive Element als transmissives Element ausgebildet.

Ferner wird noch ein System mit zwei erfindungsgemäßen diffraktiven Elementen oder bevorzugter Weiterbildungen der erfindungsgemäßen diffraktiven Elemente bereitgestellt, bei dem die beiden diffraktiven Elemente bis auf die Furchentiefe gleich ausgebildet sind, wobei
10 beim ersten der beiden diffraktiven Elemente die Furchentiefe so eingestellt ist, daß die Strahlung der ersten Beugungsordnung den ersten Polarisationszustand aufweist, und beim zweiten diffraktiven Element die Furchentiefe so eingestellt ist, daß die Strahlung der ersten Beugungsordnung den zweiten Polarisationszustand aufweist.

15 Weiter wird noch ein Verfahren zur Herstellung eines diffraktiven Elementes zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich bereitgestellt, wobei das diffraktive Element zur Polarisationsstrennung die zugeführte unpolarisierte Strahlung in eine erste vorbestimmte Beugungsordnung mit einem ersten von zwei zueinander orthogonalen Polarisationszuständen und eine zweite vorbestimmte
20 Beugungsordnung mit dem zweiten der beiden orthogonalen Polarisationszustände beugt, bei dem in einem Träger aus einem für die UV-Strahlung transparenten Material auf einer Seite eine Vielzahl von voneinander beabstandeten, sich nicht geradlinig erstreckenden Furchen ausgebildet werden, wobei die Furchentiefe so eingestellt wird, daß die Strahlung der ersten Beugungsordnung den ersten oder zweiten Polarisationszustand aufweist.

25 Insbesondere können die Furchen als ringförmige Furchen, die konzentrisch zueinander angeordnet sind, ausgebildet werden.

Das Verfahren kann so weitergebildet werden, daß das bzw. die oben beschriebenen
30 diffraktiven Elemente sowie die beschriebenen bevorzugten Weiterbildungen realisiert werden können.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielshalber noch näher erläutert. Es zeigen:

35 Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen diffraktiven Elementes;

- Fig. 2 ein vergrößerter Ausschnitt eines radialen Schnitts durch das diffraktive Element von Fig. 1;
- Fig. 3 das Transmissionsverhalten für die nullte Beugungsordnung des diffraktiven Elementes von Fig. 1 in Abhängigkeit von der Furchentiefe;
- Fig. 4 die Phasenverschiebung zwischen den beiden Polarisationszuständen TM und TE für die nullte Beugungsordnung des diffraktiven Elementes in Abhängigkeit von der Furchentiefe;
- Fig. 5 eine schematische Ansicht zur Erläuterung radial polarisierter Strahlung;
- Fig. 6 eine schematische Ansicht zur Erläuterung einer azimuthal polarisierten Strahlung;
- Fig. 7 eine perspektivische Darstellung eines Phasenelementes;
- Fig. 8 eine schematische Darstellung der Wirkung des Phasenelementes von Fig. 7 bei der Polarisation von Fig. 5, und
- Fig. 9 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen diffraktiven Elements.

In Fig. 1 ist schematisch in Draufsicht eine Ausführungsform eines diffraktiven Elementes zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich (Wellenlänge < 400 nm, insbesondere < 350 nm) gezeigt. Dieses diffraktive Element weist einen Träger 1 auf, in dem eine Vielzahl von kreisringförmigen Furchen 2 ausgebildet sind, die zueinander coaxial angeordnet sind.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, ist die Breite b_1 der Furchen 2 konstant und auch die Breite b_2 der zwischen den Furchen 2 verlaufenden Stege 3 ist konstant. Somit sind jeweils zwei benachbarte Furchen 2 gleich weit voneinander beabstandet und ist die Gitterperiode d konstant. Der Füllfaktor des diffraktiven Elementes, also das Verhältnis von Gitterperiode d zu Breite b_2 der Stege beträgt hier 0,30303 bei einer Gitterperiode von 330 nm. Damit beträgt die Breite b_1 der Furchen 230 nm und die Stegbreite b_2 100 nm. Das diffraktive Element ist für UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von 193 nm ausgelegt.

In Fig. 3 ist die Transmission der nullten Beugungsordnung für die TM-Polarisation (Linie mit Kreuzen) und die TE-Polarisation (durchgezogene Linie) in Abhängigkeit von der Furchentiefe h

getrennt dargestellt. Dabei ist die TM-Polarisation die lineare Polarisation, die lokal senkrecht zu den Gitterfurchen 2 schwingt, und die TE-Polarisation ist die lineare Polarisation, die lokal parallel zu den Gitterfurchen 2 schwingt. Wie der Darstellung in Fig. 3 entnommen werden kann, tritt bei zunehmender Furchentiefe h ein Auseinanderlaufen der Transmission für die verschiedenen Polarisationen derart auf, daß für eine erste Tiefe im wesentlichen nur die TM-Polarisation und für eine zweite Tiefe, die verschieden zur ersten Tiefe ist, im wesentlichen nur die TE-Polarisation transmittiert wird. Die jeweilige andere Polarisation wird dann im wesentlichen in die ± 1 -te Beugungsordnung transmittiert, die hier ein Ring mit einem Öffnungswinkel von ca. 22° ist. Somit läßt sich durch eine geeignete angeordnete Blende sehr leicht diese Beugungsordnung gegenüber der nullten Beugungsordnung abschatten. Damit ist es mit dem beschriebenen diffraktiven Element möglich, nur durch geeignete Wahl der Furchentiefe h den Polarisationszustand der transmittierten Strahlung nullter Beugungsordnung frei zu wählen.

So wird beispielsweise bei einer Furchentiefe von $h_1 = 540$ nm im wesentlichen nur die TM-Polarisation in die nullte Beugungsordnung gebeugt. Ein transmittierter Strahl weist somit eine im wesentlichen radiale Polarisation auf, bei der die Polarisation an jedem Ort senkrecht zu einem (gedachten) Kreis um den Mittelpunkt M des Strahlquerschnitts schwingt. Die radiale Polarisation ist in Fig. 5 schematisch gezeigt. Die Transmission beträgt hier ca. 69 % und der Polarisationsgrad beträgt ca. 86,5 %.

Wenn nun für die Furchentiefe $h_2 = 700$ nm gewählt wird, wird mit dem in Fig. 1 beschriebenen diffraktiven Element in der nullten Beugungsordnung im wesentlichen nur die TE-Polarisation transmittiert. Dies führt im transmittierten Strahl der nullten Beugungsordnung zu einer sogenannten azimuthalen bzw. transversalen Polarisation, bei der die lineare Polarisation so ausgerichtet ist, daß sie jeweils tangential zu einem gedachten Kreis mit Mittelpunkt M in der Mitte des Strahlquerschnittes schwingt, wie dies in Fig. 6 angedeutet ist. Die erreichbare Transmission beträgt hier ca. 72 % und der Polarisationsgrad beträgt ca. 97,2 %.

Wenn man für die Furchentiefe einen noch größeren Wert von beispielsweise 1145 nm wählt, wird der transmittierte Strahl wiederum azimuthal polarisiert sein, wie dies in Fig. 6 angedeutet ist. Die Transmission beträgt in diesem Fall ca. 94 % und der Polarisationsgrad beträgt ca. 98,4 %.

Mit steigender Furchentiefe nimmt jedoch auch die Phase zwischen dem gewünschten transmittierten Polarisationszustand und dem ungewünschten, zu geringem Teil noch transmittierten Polarisationszustand zu, so daß dann bevorzugt Furchentiefen h gewählt werden, bei denen die unerwünschte Polarisation in der Transmission ein Minimum aufweist.

Wie man beispielsweise bei der in Fig. 5 gezeigten radialen Polarisation sieht, bei der die jeweilige Phasenlage der einzelnen eingezeichneten Schwingungen durch die Position der Pfeilspitze angedeutet ist, schwingen die Lichtfelder zweier zum Mittelpunkt M punktsymmetrischen Punkte im Strahlquerschnitt phasengleich. Wenn man nun jedoch eine gegenphasig schwingende Lichtfeldverteilung wünscht, muß man dem diffraktiven Element noch ein entsprechendes Phasenelement vor- oder nachordnen, das durch eine ortsabhängige Phasenverzögerung die entsprechenden Phasen einstellt. Dies wird durch das in Fig. 7 schematisch dargestellte Phasenelement erreicht, dessen Dicke in Abhängigkeit der Winkelposition (spiralförmig) zunimmt. Die Dicke ist dabei so gewählt, daß nach 360° eine Phasenverzögerung von 2π erreicht ist. Wenn man dieses Phasenelement hinter das diffraktive Element positioniert, führt dies dazu, daß die gewünschte gegenphasig schwingende Lichtfeldverteilung erreicht wird, wie in Fig. 8 dargestellt ist.

Mit dem beschriebenen diffraktiven Element können somit rotationssymmetrische Verteilungen eines vorbestimmten Polarisationszustandes (z.B. TE-Polarisation oder TM-Polarisation) im Strahlquerschnitt eines UV-Strahles eingestellt werden. Die Verteilung des Polarisationszustandes entspricht dabei der Form der Furchen 2.

Neben den beschriebenen kreisringförmigen Furchen sind jedoch auch alle anderen in sich geschlossenen Furchenformen (also ringförmige Furchen) möglich. So können beispielsweise ellipsenförmige Furchenformen eingesetzt werden. Es sind jedoch auch polygonförmige Ringe oder sonstige ringförmige Furchenformen möglich. Die Verteilung der entsprechenden Polarisation entspricht auch in diesem Fall dann der gewählten Furchenform.

Mit dem erfindungsgemäßen diffraktiven Element läßt sich somit eine gewünschte Verteilung eines vorbestimmten Polarisationszustandes im Strahlquerschnitt durch die Wahl der ringförmigen Furche (örtliche Verteilung der Polarisation) und der Furchentiefe (Wahl des Polarisationszustandes) leicht realisieren.

Die in Fig. 3 gezeigte berechnete Wirkung des diffraktiven Elementes wurde für die Wellenlänge von 193 nm so optimiert, daß das beschriebene Auseinanderlaufen des Transmissionsverhaltens für die TE- und TM-Polarisation auftritt. Es hat sich gezeigt, daß dieses Verhalten nur für eine Gitterperiode von $330 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$ auftritt. Die Berechnungen können mit kommerziell erhältlichen Programmen, die gemäß der rigorous coupled-wave analysis (RCWA) oder der Finite-Elemente-Methode arbeiten, durchgeführt werden. Falls man das diffraktive Element für eine andere Wellenlänge optimieren will (z.B. 248 nm), geht man gemäß der Gittergleichung von einer Gitterperiode aus, bei der neben der nullten

Beugungsordnung zumindest noch die ± 1 -te Beugungsordnung auftritt und optimiert hinsichtlich der Polarisierungseffizienz, um dann die optimale Gitterperiode und Furchenbreite zu finden, bei denen das gewünschte unterschiedliche Transmissionsverhalten der unterschiedlichen Polarisierungen in Abhängigkeit der Furchentiefe erzielt werden kann.

5

Das diffraktive Element kann beispielsweise durch bekannte Fertigungsverfahren der Halbleitertechnologie hergestellt werden, wie z.B. der Elektronenstrahlolithographie oder auch der Verwendung von holografisch einbelichteten Ätzmasken.

- 10 Als Material für den Träger wird insbesondere Quarz oder Calciumfluorid eingesetzt, wobei der Träger eine Dicke von z.B. 0,1 – 4,0 mm aufweist.

Das diffraktive Element kann beispielsweise in Mikroskopen im beleuchtungsseitigen und/oder abbildungsseitigen Strahlengang eingesetzt werden. Auch kann es in Verbindung mit der

- 15 Verkleinerung eines Fokusedurchmessers eines optischen Systems eingesetzt werden. Insbesondere kann es bei Steppern für die Halbleiterfertigung und für die Maskeninspektion oder sonstigen polarisationsabhängigen Applikationen eingesetzt werden.

Die ringförmigen Furchen können durch die auf der ebenen Oberfläche des Trägers 1 gebildeten Stege realisiert werden. Alternativ ist es auch möglich, die Furchen in die Oberfläche zu ätzen. Ferner ist es möglich, die Furchen dadurch zu bilden, daß lokal die Brechzahl des Materials des Trägers verändert wird. So kann beispielsweise der Träger durch eine photolithographisch hergestellte Maske mit Ionenstrahlen beschossen werden. Die Wirkung der Ionenstrahlen kann in der Einbringung von Fremdatomen in das Substrat (also in einer

20 Dotierung) oder im Herauslösen von Atomen aus einem bereits dotierten Substrat, also in der Erzeugung von Verarmungszonen, bestehen. Beides verändert die Brechzahl.

Bei der obigen Beschreibung wurde davon ausgegangen, daß das diffraktive Element ein phasenmodulierendes Element ist. Die erfindungsgemäße Lehre läßt sich jedoch auch

30 grundsätzlich bei amplitudenmodulierenden diffraktiven Elementen einsetzen. In diesem Fall sind die Stege 2 durch eine Schicht mit vernachlässigbaren Transmissionsvermögen zu ersetzen.

Bei der Ausführungsform von Fig. 9 sind die kreisförmigen Furchen gemäß der

35 Ausführungsform von Fig. 1 durch jeweils acht geradlinige Teilabschnitte gebildet, so daß das diffraktive Element acht Sektoren 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 17 aufweist, in denen die entsprechenden Teilabschnitte der Furchen 2 jeweils zueinander parallel verlaufen. Zur besseren Darstellung dieser Sektoren sind jeweils vom Mittelpunkt M radial nach außen

verlaufende Linien 20 – 27 eingezeichnet, die jedoch nicht Bestandteil des diffraktiven Elements sind.

- Das in Fig. 9 gezeigte diffraktive Element weist qualitativ die gleichen Eigenschaften wie das in Verbindung mit Fig. 1 – 8 beschriebene diffraktive Element auf, so daß in Abhängigkeit der Furchentiefe h der Polarisationszustand der in die nullte Beugungsordnung gebeugten elektromagnetischen Strahlung eingestellt werden kann. Wenn hauptsächlich TM-Polarisationen in die nullte Beugungsordnung gebeugt wird, liegt keine reine radiale Polarisation mehr vor, sondern schwingt die Polarisation in jedem Sektor 10 – 17 jeweils senkrecht zur Erstreckungsrichtung der geradlinigen Abschnitte. Die radiale Polarisation wird somit durch die Anzahl der Abschnitte 10 – 17 angenähert. Entsprechendes gilt bei einer Furchentiefe, bei der hauptsächlich die TE-Polarisation der elektromagnetischen Strahlung in die nullte Beugungsordnung gebeugt wird.
- Der Vorteil des in Fig. 9 gezeigten diffraktiven Elements liegt darin, daß ein solches Element interferenzlithographisch hergestellt werden kann. Damit können leicht größere Flächen mit ausreichender Genauigkeit belichtet werden, so daß relativ große diffraktive Elemente mit der erforderlichen Genauigkeit hergestellt werden können.

Patentansprüche

1. Diffraktives Element zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer
5 Strahlung im UV-Bereich, mit
 einem für die UV-Strahlung transparenten Träger (1), der eine Vielzahl von voneinander
 beabstandeten, sich nicht geradlinig erstreckenden Furchen (2) aufweist, wobei der Abstand
 von zwei benachbarten Furchen größer als die Wellenlänge der UV-Strahlung ist,
 wobei das diffraktive Element zur Polarisationsstrennung die zugeführte unpolarisierte Strahlung
10 in eine erste vorbestimmte Beugungsordnung mit einem ersten von zwei zueinander
 orthogonalen Polarisationszuständen und eine zweite vorbestimmte Beugungsordnung mit dem
 zweiten der beiden orthogonalen Polarisationszuständen beugt,
 und wobei über die Furchentiefe (h) eingestellt ist, ob die Strahlung der ersten vorbestimmten
 Beugungsordnung den ersten oder zweiten Polarisationszustand aufweist.
- 15 2. Diffraktives Element nach Anspruch 1, bei dem die sich nicht geradlinig erstreckende
 Furchen (2) durch mehrere, sich geradlinig erstreckende Teilabschnitte gebildet sind.
3. Diffraktives Element nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Furchen (2) jeweils einen
20 ringförmigen Verlauf aufweisen und konzentrisch zueinander angeordnet sind.
4. Diffraktives Element nach Anspruch 3, bei dem die Furchen in Draufsicht jeweils als
 polygonförmige Ringe ausgebildet sind.
- 25 5. Diffraktives Element nach Anspruch 3, bei dem der ringförmige Verlauf nicht
 kreisringförmig ist.
6. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei dem der Abstand von je zwei
 benachbarten Furchen und die Furchenbreite konstant ist.

7. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Furchenbreiten und Furchenabstände für die Wellenlänge der UV-Strahlung so gewählt sind, daß gemäß einer berechneten Wirkung des diffraktiven Elementes mit zunehmender Furchentiefe der Polarisationszustand der ersten vorbestimmten Beugungsordnung vom ersten zum zweiten
- 5 Polarisationszustand wechselt.
8. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, wobei die Furchen (2) rotationssymmetrisch sind.
- 10 9. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei dem der Träger sowie die Stege zwischen den Furchen aus einem dielektrischen Material, bevorzugt aus dem gleichen Material, gebildet sind.
- 15 10. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, wobei die erste vorbestimmte Beugungsordnung die nullte Beugungsordnung ist und die zweite vorbestimmte Beugungsordnung zumindest eine nicht nullte Beugungsordnung umfaßt.
- 20 11. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, wobei im Strahlquerschnitt der ersten vorbestimmten Beugungsordnung der erste Polarisationszustand jeweils lokal bezogen auf einen den Mittelpunkt des Strahlquerschnitts umschließenden ringförmigen Kurve vorliegt, deren Form der Form der ringförmigen Furchen entspricht.
- 25 12. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, wobei der Abstand von zwei benachbarten Furchen kleiner als das doppelte der Wellenlänge der UV-Strahlung ist.
- 30 13. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei der die Furchentiefe h die folgende Ungleichung erfüllt, wobei die Wellenlänge der UV-Strahlung mit λ bezeichnet wird:
$$2,5 \cdot \lambda \leq h \leq 7,0 \cdot \lambda.$$
- 35 14. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei dem das Verhältnis der Breite des Steges zwischen zwei Furchen zum Abstand zweier benachbarter Furchen zwischen 0,1 und 0,7, insbesondere zwischen 0,20 und 0,40 liegt.
15. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Furchen Kreisringe sind und die beiden Polarisationszustände der radiale und azimutale Polarisationszustand sind.
16. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei dem den Furchen ein Element vor- oder nachgeschaltet ist, das eine derartige ortsabhängige Phasenverschiebung im

Strahl bewirkt, daß im Strahlquerschnitt der ersten vorbestimmten Beugungsordnung die Lichtfelder zweier zum Mittelpunkt des Strahlquerschnitts punktsymmetrischer Punkte gegenphasig schwingen.

- 5 17. Diffraktives Element nach einem der obigen Ansprüche, bei dem eine Blende vorgesehen ist, die von der transmittierten Strahlung der ersten und zweiten vorbestimmten Beugungsordnung nur die Strahlung der zweiten vorbestimmten Beugungsordnung abschattet.

- 10 18. System mit zwei diffraktiven Elementen nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die beiden diffraktiven Elemente bis auf die Furchentiefe gleich ausgebildet sind, wobei beim ersten der beiden diffraktiven Elemente die Furchentiefe so eingestellt ist, daß die Strahlung der ersten Beugungsordnung den ersten Polarisationszustand aufweist, und beim zweiten diffraktiven Element die Furchentiefe so eingestellt ist, daß die Strahlung der ersten Beugungsordnung den zweiten Polarisationszustand aufweist.

- 15 19. Verfahren zur Herstellung eines diffraktiven Elementes zur Polarisationsstrennung von unpolarisierter elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich, wobei das diffraktive Element zur Polarisationsstrennung die zugeführte unpolarisierte Strahlung in eine erste vorbestimmte Beugungsordnung mit einem ersten von zwei zueinander orthogonalen Polarisationszuständen und eine zweite vorbestimmte Beugungsordnung mit dem zweiten der beiden orthogonalen Polarisationszuständen beugt,

- 20 bei dem in einem Träger aus einem für die UV-Strahlung transparenten Material auf einer Seite eine Vielzahl von voneinander beabstandeten, sich nicht geradlinig erstreckenden Furchen ausgebildet werden, wobei die Furchentiefe so eingestellt wird, daß die Strahlung der ersten
25 Beugungsordnung den ersten oder zweiten Polarisationszustand aufweist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem die Furchen als ringförmige Furchen, die konzentrisch zueinander angeordnet sind, ausgebildet werden.

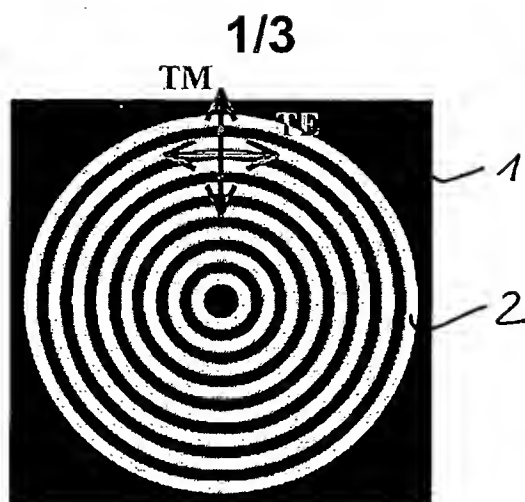


Fig. 1

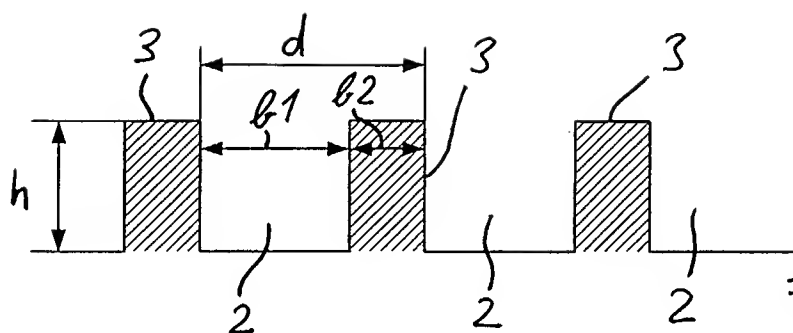


Fig. 2

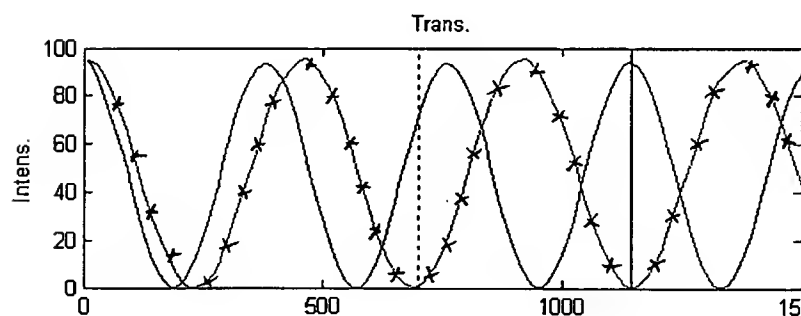


Fig. 3

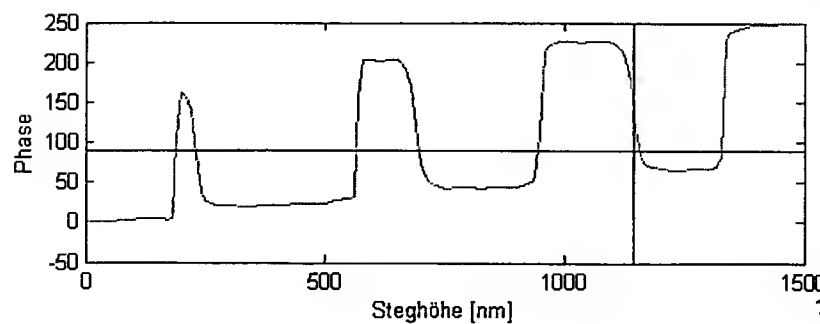


Fig. 4

2/3

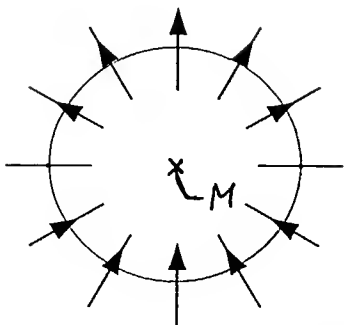


Fig. 5

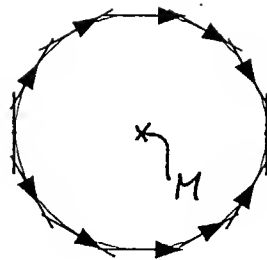


Fig. 6

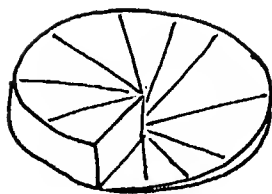


Fig. 7

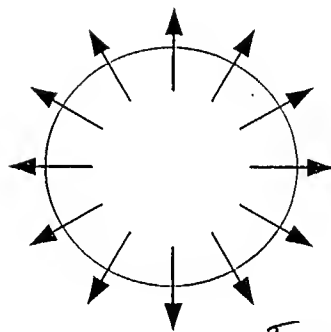
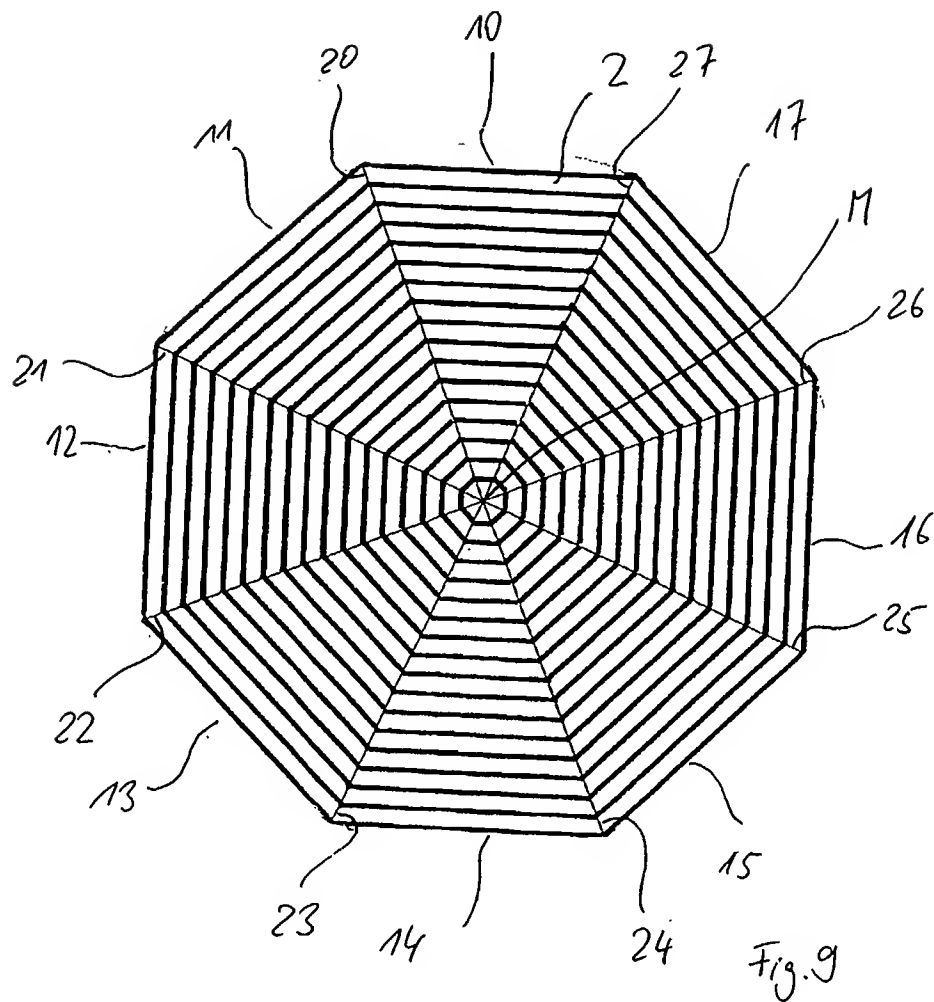


Fig. 8

3/3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/EP2005/008256

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G02B5/30 G02B5/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 21 512 A1 (FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITAET JENA, 07743 JENA, DE) 4 December 1997 (1997-12-04) column 3, line 33 - column 5, line 27; figures 9,11	1-20
X	US 3 542 453 A (FREDERICK W. KANTOR) 24 November 1970 (1970-11-24) column 1, line 3 - line 19; figures 8-16,19,25,26 column 12, line 7 - line 9 column 5, line 65 - column 8, line 64 column 3, line 67 - line 70 ----- -/--	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 October 2005

Date of mailing of the international search report

07/11/2005

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacobs, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/008256

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	EP 1 582 894 A (ASML HOLDING N.V) 5 October 2005 (2005-10-05) paragraph '0027!; figure 2 abstract -----	1-20
X,P	US 2004/227923 A1 (FLAGELLO DONIS GEORGE ET AL) 18 November 2004 (2004-11-18) paragraph '0101!; figure 9C -----	1-20
X,P	US 2005/140958 A1 (FIOLKA DAMIAN ET AL) 30 June 2005 (2005-06-30) paragraph '0201! - paragraph '0208!; figures 28-31 -----	1-20
A	US 2003/017581 A1 (LI PETER ET AL) 23 January 2003 (2003-01-23) paragraphs '0058!, '0059!, '0091!; figure 20 -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/008256

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19621512	A1	04-12-1997	NONE	
US 3542453	A	24-11-1970	DE 1805058 A1 FR 1593084 A GB 1241990 A NL 6815331 A	22-05-1969 25-05-1970 11-08-1971 29-04-1969
EP 1582894	A	05-10-2005	CN 1677141 A US 2005219696 A1	05-10-2005 06-10-2005
US 2004227923	A1	18-11-2004	JP 2004258670 A US 2005180008 A1 US 2004169924 A1	16-09-2004 18-08-2005 02-09-2004
US 2005140958	A1	30-06-2005	NONE	
US 2003017581	A1	23-01-2003	US 2003026891 A1	06-02-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G02B5/30 G02B5/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 196 21 512 A1 (FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA, 07743 JENA, DE) 4. Dezember 1997 (1997-12-04) Spalte 3, Zeile 33 - Spalte 5, Zeile 27; Abbildungen 9,11	1-20
X	US 3 542 453 A (FREDERICK W. KANTOR) 24. November 1970 (1970-11-24) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 19; Abbildungen 8-16,19,25,26 Spalte 12, Zeile 7 - Zeile 9 Spalte 5, Zeile 65 - Spalte 8, Zeile 64 Spalte 3, Zeile 67 - Zeile 70 ----- -/--	1-20

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Oktober 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/11/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jacobs, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	EP 1 582 894 A (ASML HOLDING N.V) 5. Oktober 2005 (2005-10-05) Absatz '0027!; Abbildung 2 Zusammenfassung -----	1-20
X,P	US 2004/227923 A1 (FLAGELLO DONIS GEORGE ET AL) 18. November 2004 (2004-11-18) Absatz '0101!; Abbildung 9C -----	1-20
X,P	US 2005/140958 A1 (FIOLKA DAMIAN ET AL) 30. Juni 2005 (2005-06-30) Absatz '0201! - Absatz '0208!; Abbildungen 28-31 -----	1-20
A	US 2003/017581 A1 (LI PETER ET AL) 23. Januar 2003 (2003-01-23) Absätze '0058!, '0059!, '0091!; Abbildung 20 -----	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/008256

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19621512	A1	04-12-1997	KEINE		
US 3542453	A	24-11-1970	DE	1805058 A1	22-05-1969
			FR	1593084 A	25-05-1970
			GB	1241990 A	11-08-1971
			NL	6815331 A	29-04-1969
EP 1582894	A	05-10-2005	CN	1677141 A	05-10-2005
			US	2005219696 A1	06-10-2005
US 2004227923	A1	18-11-2004	JP	2004258670 A	16-09-2004
			US	2005180008 A1	18-08-2005
			US	2004169924 A1	02-09-2004
US 2005140958	A1	30-06-2005	KEINE		
US 2003017581	A1	23-01-2003	US	2003026891 A1	06-02-2003